

# OPTIMASI KINERJA PROTOKOL AODV DENGAN STATIC INTERSECTION NODE

Johan Ericka Wahyu Prakasa<sup>1)</sup>, Radityo Anggoro<sup>2)</sup>, dan Waskitho Wibisono<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Teknik Informatika ITS

Jl. Teknik Kimia, Gedung Teknik Informatika,

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111

e-mail: [johan12@mhs.if.its.ac.id](mailto:johan12@mhs.if.its.ac.id)<sup>1)</sup>, [onggo@if.its.ac.id](mailto:onggo@if.its.ac.id)<sup>2)</sup>, [waswib@if.its.ac.id](mailto:waswib@if.its.ac.id)<sup>3)</sup>

## ABSTRAK

*VANET adalah sebuah pengembangan teknologi yang memungkinkan komunikasi antar kendaraan meskipun tidak terdapat koneksi secara langsung antara kendaraan yang berkomunikasi. Untuk meningkatkan performa protokol routing, maka pada penelitian ini akan ditambahkan SIN (Static Intersection Node). Static Intersection Node adalah RSU (Road Side Unit) yang diletakkan di persimpangan jalan (intersection). Fungsi dari Static Intersection Node pada penelitian ini adalah sebagai repeater untuk membantu mengirimkan paket data ke kendaraan lain yang berada disekitarnya sehingga dapat meningkatkan Packet Delivery Ratio serta meminimalkan Packet Loss dan End to End Delay.*

**Kata Kunci:** AODV, Static Intersection Node, VANET.

## ABSTRACT

*VANET (Vehicular Adhoc Network) is a relatively new computer network concept that enabling vehicle to vehicle communication without static network infrastructure. Vehicle to vehicle communication is done by relaying data through the nodes between sender and receiver node even with no direct connection between them. To achieve this, the routing protocol plays the most important role in VANET. This research enhances AODV performance by adding Static Intersection Node in the map. Static Intersection Node is a Road Side Unit placed in the intersection. The Static Intersection Node helps to relay the data packet to its destination.*

**Keywords:** AODV, static intersection node, VANET.

## I. PENDAHULUAN

**V**ANET (Vehicular Adhoc Network) adalah salah satu bidang penelitian yang sedang berkembang. Teknologi ini merupakan pengembangan dari MANET (Mobile Adhoc Network) yang memungkinkan terjadinya pengiriman data antar kendaraan dan dari kendaraan ke Road Side Unit meskipun tidak terdapat infrastruktur jaringan yang tetap diantara pengirim dan penerima [1]. Salah satu kunci dari keberhasilan pengiriman data pada VANET adalah algoritma pemilihan jalur yang merupakan tugas protokol routing. Salah satu protokol routing yang digunakan pada penelitian di lingkungan VANET adalah AODV (Adhoc On Demand Distance Vector) dimana merupakan protokol routing reaktif. Pada protokol ini untuk mengetahui jalur menuju penerima atau yang sering disebut dengan Path Discovery, menggunakan mekanisme Route Request dan Route Reply [5]. Mekanisme Route Request digunakan untuk mencari jalur menuju penerima sedangkan Route Reply digunakan untuk mengirimkan informasi jalur yang telah ditempuh oleh Route Reply agar sampai kepada penerima. Sehingga kendaraan pengirim dapat mengetahui kendaraan / jalur mana saja yang akan dilalui oleh data yang akan dikirimkan.

Pengiriman data pada lingkungan VANET memiliki tantangan utama yaitu topologi jaringan yang dinamis / selalu berubah, sehingga proses pengiriman data baru dilaksanakan setelah ditemukan jalur dari pengirim ke penerima. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui sejauh mana peningkatan rasio keberhasilan pengiriman data dengan adanya Static Intersection Node pada peta.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Hybrid Communication

Beberapa penelitian VANET telah dilakukan dengan menggunakan Static Intersection Node sebagai salah satu komponen pendukung VANET. Salah satunya adalah penelitian tentang hybrid communication untuk mencegah terjadinya kecelakaan [2]. Penelitian ini mengusulkan ketika sebuah kendaraan masuk kedalam jangkauan Static Intersection Node maka kendaraan tersebut akan mendapatkan data terbaru untuk wilayah tersebut (cuaca, ha-

langan dll) sehingga setelah dilakukan pemrosesan data dapat diketahui kondisi jalan di depan nya. Maka ketika terdapat potensi bahaya berdasarkan dari data yang telah diolah, maka pengemudi bisa mendapatkan peringatan dini. Penelitian ini memiliki konsep yang baik namun memiliki kelemahan dalam hal pemrosesan data. Jumlah data akan berbanding lurus dengan kecepatan pemrosesannya. Sehingga ketika jumlah data yang diterima terlalu banyak maka proses yang dibutuhkan untuk mengolah data tersebut juga akan semakin lama.

#### B. *Static-node Assisted Adaptive Data Dissemination Protocol for Vehicular Networks (SADV)*

Penelitian lain yang menggunakan Road Side Unit untuk membantu mengirimkan paket ke node lain juga telah dilakukan [3]. Penelitian ini mengusulkan sebuah protokol baru untuk mengirimkan data ke node yang berada jauh dari node pengirim yang dinamakan Static-node assisted Adaptive data Dissemination protocol for Vehicular Networks (SADV). Inti dari penelitian ini adalah membuat data berhenti sementara di Road Side Unit sampai ditemukan jalur yang paling baik untuk mengirimkan data ke node tujuan.

#### C. *Shortest Path Based Traffic Aware Routing (STAR)*

Protokol routing yang memanfaatkan persimpangan jalan juga telah diteliti [4]. Shortest Path Based Traffic Aware Routing (STAR) adalah sebuah protokol yang dikembangkan untuk memaksimalkan penggunaan persimpangan jalan dimana terdapat lampu lalu lintas. STAR memanfaatkan kendaraan yang sedang berhenti di lampu merah untuk memastikan end to end connectivity. Untuk mengetahui hubungan antar kendaraan maka STAR menggunakan teknik broadcast hello message. Namun teknik ini juga dapat menyebabkan broadcast storm. Untuk mengatasi masalah tersebut, pada penelitian ini diusulkan untuk menggunakan teknik Red Light First Forwarding (RLFF). Ketika data sampai di persimpangan jalan, maka kendaraan yang sedang berhenti karena lampu merah yang akan meneruskan data tersebut sehingga akan mengurangi broadcast storm.

#### D. *Roadside Unit as Message Routers in VANETs (ROAMER)*

Penelitian lain tentang Road Side Unit sebagai message router yang dilakukan [6] mengusulkan sebuah mekanisme pengiriman data untuk kasus dimana antara node pengirim dan penerima terpisah dengan jarak yang cukup jauh sehingga pengiriman data antar node dianggap kurang efektif. ROAMER (Roadside Unit As Message Routers in VANETs) memanfaatkan hybrid Road Side Unit dimana sebagian Road Side Unit terhubung antara satu sama lain untuk membentuk backbone dan sebagian lainnya terhubung ke internet sebagai gateway. Dan kesemua Road Side Unit dapat saling terhubung membentuk jaringan mesh. Setiap Road Side Unit akan menerima hello message dari setiap kendaraan yang berada di dalam jangkauannya. Ketika salah satu kendaraan akan mengirimkan data ke kendaraan lainnya maka data akan dikirimkan ke Road Side Unit terdekat.

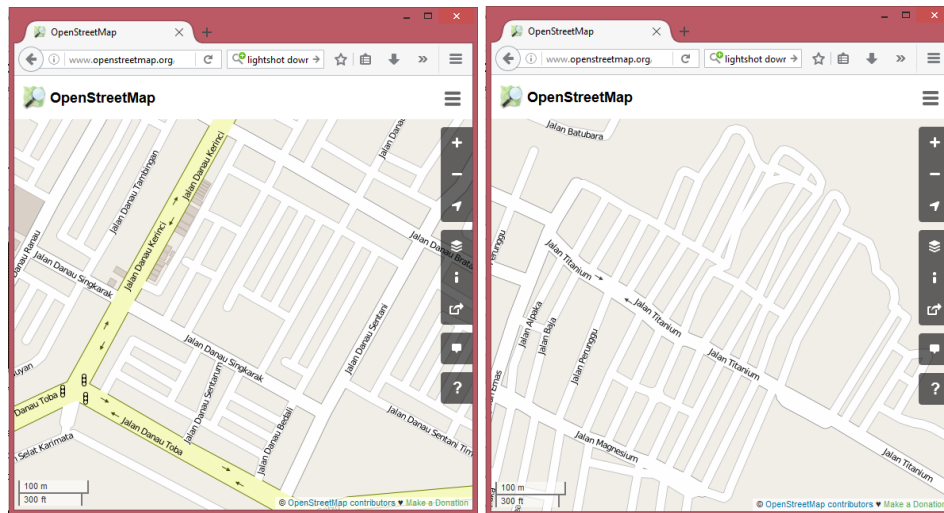
#### E. *Emergency Message Broadcaster*

Selain digunakan di persimpangan, penelitian terhadap penggunaan Road Side Unit di jalan bebas hambatan juga telah dilakukan [7]. Pada penelitian ini, Road Side Unit digunakan sebagai message broadcaster ketika terjadi emergency situation. Ketika sebuah kendaraan mengalami emergency situation, maka kendaraan tersebut akan mengirimkan emergency message kepada Road Side Unit terdekat. Apabila sebuah Road Side Unit mendapatkan emergency message maka Road Side Unit tersebut akan melakukan emergency message broadcast kepada setiap kendaraan yang searah dengan kendaraan yang mengalami emergency situation. Hal ini dapat diketahui dari arah kendaraan yang berada dalam jangkauan Road Side Unit. Apabila kendaraan yang mengalami emergency message tidak berada di dalam jangkauan Road Side Unit, maka emergency message akan dikirimkan ke kendaraan lain yang berjalan berlawanan arah sampai menemukan rehealing node. Rehealing node dapat berupa Road Side Unit atau node lain yang menjadi head of cluster. Dengan demikian akan dapat mengurangi jumlah hop yang harus dilalui data.

### III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berfokus kepada sejauh mana keberadaan Static Intersection Node pada peta untuk meningkatkan performa protokol routing AODV dalam melakukan pengiriman data. Untuk mendapatkan hasil yang valid maka pada penelitian ini akan menggunakan 2 lingkungan pengujian yang berbeda. Adapun langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Membangun peta jalan yang akan dilalui kendaraan
  - a. Menentukan peta yang akan digunakan (diutamakan yang memiliki banyak persimpangan)
  - b. Mengunduh peta dari Open Street Map (lihat Gambar 1)
  - c. Menyimpan peta kedalam format .osm untuk diproses lebih lanjut

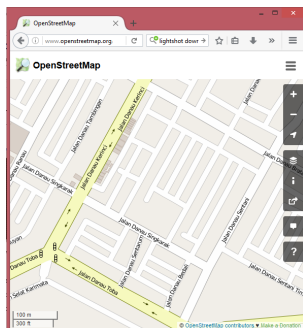


Gambar 1. Peta simulasi 1 & 2 dari Open Street Map

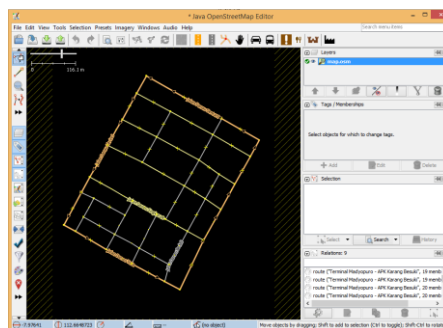
## 2. Membuat mobilitas kendaraan

### a. Mengubah format peta sehingga kompatibel dengan simulator SUMO

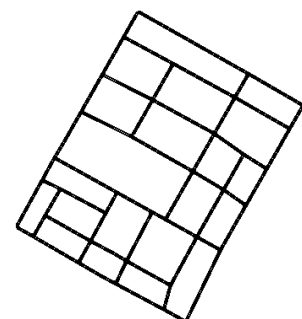
Untuk dapat di proses lebih lanjut (Gambar 2), peta dari Open Street Map haruslah di konversi kedalam format yang didukung oleh simulator SUMO yaitu format .osm. Perubahan ini dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan program Java Open Street Map yaitu sebuah program map editor untuk Open Street Map. Dengan menggunakan program ini akan dapat dipilih ruas jalan mana saja yang akan digunakan pada penelitian sehingga dapat mengurangi tingkat kompleksitas peta. Pada penelitian ini akan menggunakan ruas jalan dengan tingkat jalan Primary (jalan utama / jalan raya), Secondary (jalan di dalam perumahan). Hal ini dilakukan agar tidak terlalu banyak jalan yang harus dilalui kendaraan sehingga kendaraan tidak terpusat pada salah satu daerah saja. Dengan demikian diharapkan sebaran kendaraan akan merata pada peta sehingga proses pengiriman data dari sumber ke tujuan dapat dilakukan.



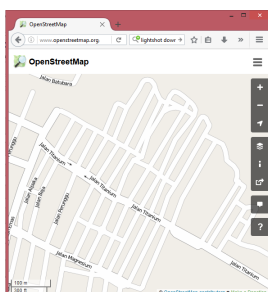
(a)



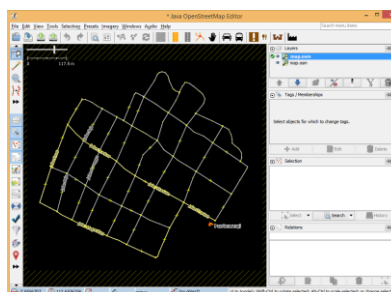
(b)



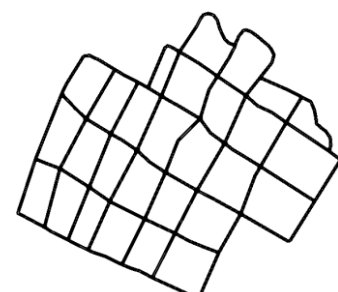
(c)



(d)

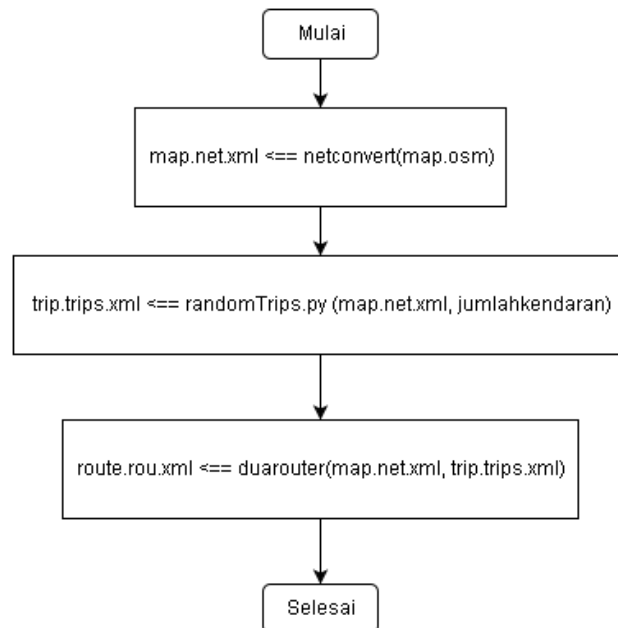


(e)



(f)

Gambar 2. Pemrosesan peta 1 & 2



Gambar 3. Langkah – langkah pembuatan pergerakan kendaraan

## b. Membuat pergerakan kendaraan

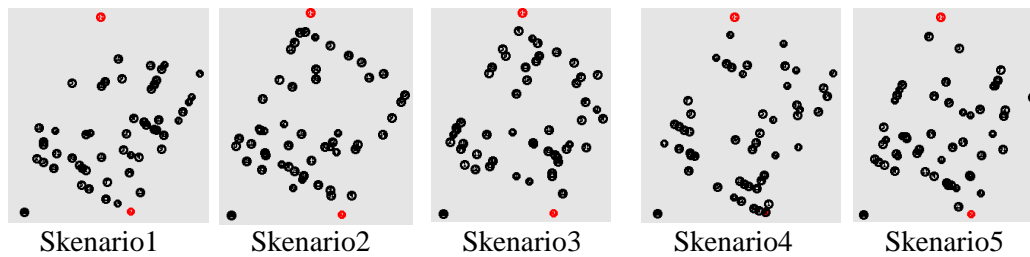
Pergerakan kendaraan dibuat dari beberapa program yang ada pada simulator SUMO (Simulator for Urban Mobility) seperti yang tampak pada Gambar 3. Program randomTrips.py akan menghasilkan sejumlah kendaraan secara acak. Agar kendaraan – kendaraan tersebut dapat terikat pada ruas jalan yang ada di peta maka dibutuhkan input peta dalam format .osm. Hasil dari program randomTrips.py disimpan kedalam file trip.trips.xml. Untuk mengkonversi peta kedalam format .osm digunakan program netconvert. Kemudian di proses lebih lanjut bersama dengan peta nya menjadi file route.rou.xml sehingga didapatkan file yang berisi pergerakan kendaraan yang terikat pada ruas jalan di peta.

## 3. Merancang pengiriman data

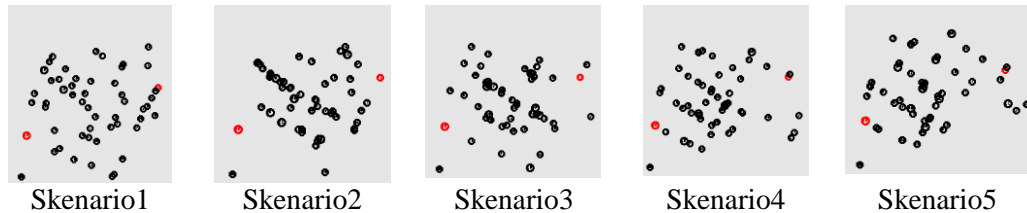
Setelah peta dan pergerakan kendaraan di buat, langkah berikutnya adalah merancang skenario pengiriman data. Data akan dikirimkan melalui kendaraan yang telah dibuat sebelumnya pada simulator SUMO. Tabel 1 menunjukkan beberapa parameter yang digunakan untuk pengiriman data pada penelitian ini.

TABEL 1  
PARAMETER SIMULASI

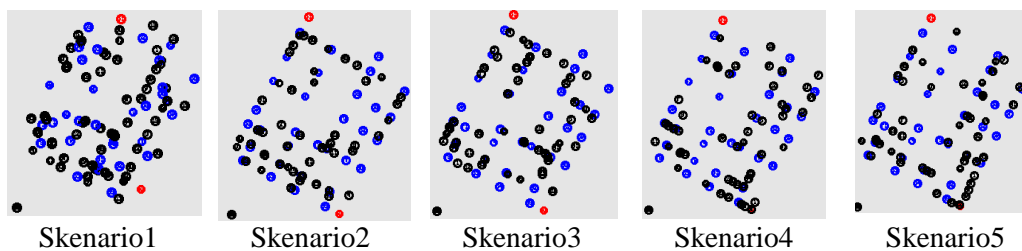
No.	Parameter	Spesifikasi
1	Network simulator	NS-2.34
2	Routing Protocol	AODV
3	Waktu simulasi	100 detik
4	Area simulasi	350m x 350m 750m x 750m
5	Jumlah kendaraan	50
6	Radius transmisi	100 m
7	Kecepatan maksimal	13 m/s (46.8 km/j)
8	Tipe data	UDP (CBR)
9	Jumlah data	1 paket / detik
10	Protokol MAC	IEEE 802.11
11	Peta	Peta nyata
12	Tipe kanal	Wireless channel



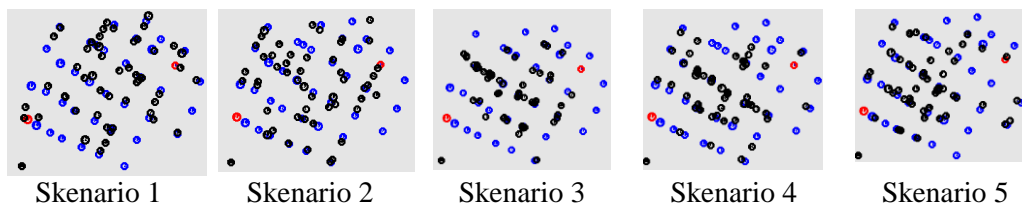
Gambar 4. Percobaan tanpa Static Intersection Node peta 1



Gambar 5. Percobaan tanpa Static Intersection Node peta 2



Gambar 6. Percobaan dengan Static Intersection Node pada peta 1



Gambar 7. Percobaan dengan Static Intersection Node pada peta 2

#### 4. Percobaan pengiriman data

Untuk mengetahui kontribusi keberadaan *Static Intersection Node* pada peta, maka pada penelitian ini akan di bandingkan performa pengiriman data tanpa menggunakan *Static Intersection Node* dan pengiriman data dengan keberadaan *Static Intersection Node* pada kedua peta.

##### a. Percobaan pengiriman data tanpa Static Intersection Node pada peta 1 & 2

Untuk mendapatkan hasil yang valid maka percobaan pengiriman data akan dilakukan dengan 5 skenario pergerakan kendaraan yang berbeda. Untuk memastikan bahwa data terkirim dari satu kendaraan ke kendaraan yang lain maka posisi pengirim dan penerima tidak bergerak. Titik merah pada Gambar 4 adalah node pengirim dan penerima. Sedangkan titik hitam pada Gambar 4 adalah kendaraan yang ada di peta. Gambar 4 diambil dari hasil tampilan Network Animator pada detik ke 20 di masing – masing skenario. Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah Packet Delivery Ratio, Packet Loss serta End to End Delay.

Sedangkan pada peta 2 juga dilakukan percobaan yang sama untuk mengirimkan paket data dari node pengirim ke node penerima. Pada Gambar 5 tampak bahwa tidak ada koneksi secara langsung dari node pengirim dan node penerima. Sehingga dapat dipastikan data akan dikirimkan secara bertahap melalui kendaraan yang ada pada peta.

##### b. Percobaan pengiriman data dengan Static Intersection Node pada setiap intersection

Setelah mendapatkan hasil pada percobaan pertama, maka percobaan berikutnya adalah melakukan pengiriman data yang sama namun pada percobaan ini ditambahkan Static Intersection Node pada peta. Untuk percobaan kedua ini pertama harus diketahui koordinat setiap intersection yang ada pada peta. Kemudian meletakkan Static Intersection Node pada setiap intersection. Setelah Static Intersection Node diletakkan pada peta maka dapat dilakukan percobaan pengiriman data dengan menggunakan 5 skenario

pergerakan yang sama dengan yang digunakan pada percobaan sebelumnya. Parameter yang diukur adalah Packet Delivery Ratio, Packet Loss serta End to End Delay

Pada Gambar 6 tampak posisi Static Intersection Node yang berwarna biru pada peta. Sehingga selain di teruskan oleh kendaraan, data juga akan diteruskan melalui Static Intersection Node ketika berada di dalam jangkauan sinyal nya. Pada Gambar 7 tampak percobaan yang sama dilakukan pada peta kedua.

#### IV. HASIL PENELITIAN

Untuk mengetahui performa dari masing – masing protokol routing, akan digunakan parameter Packet Delivery Ratio atau rasio paket data yang diterima dibandingkan dengan yang gagal. Packet Delivery Ratio dapat menggambarkan performa protokol AODV dalam memilih jalur sebelum terjadinya proses pengiriman data. Sehingga semakin besar nilai Packet Delivery ratio maka semakin banyak jumlah paket data yang dapat sampai ke tujuan meskipun terjadi perubahan topologi karena pergerakan kendaraan. Rumus untuk menghitung packet delivery ratio adalah sebagai berikut:

$$PDR = \frac{\text{packet received}}{\text{packet sent}} \times 100\%$$

Selain Packet Delivery Ratio, juga perlu di lakukan penelitian pada Packet Loss. Packet loss adalah paket yang gagal sampai ke tujuan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar packet loss maka semakin buruk performa protokol AODV dalam menentukan jalur pengiriman data. Hal ini dapat disebabkan karena perubahan topologi karena pergerakan kendaraan di tengah – tengah proses pengiriman data sehingga jalur pengiriman data harus di cari ulang dan paket yang terlanjur di kirimkan tidak akan sampai ke tujuan. Packet Loss bisa didapatkan dengan rumus sebagai berikut:

$$PL = \frac{\text{packet sent} - \text{packet received}}{\text{packet sent}}$$

Sedangkan End to end delay menggambarkan rata – rata kecepatan data yang dikirimkan sampai di node penerima. Semakin cepat data sampai kepada penerima maka dapat diasumsikan pemilihan jalur pengiriman data juga terjadi lebih cepat yang dapat mengindikasikan performa protokol AODV dalam melakukan pencarian jalur data. End to End Delay dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Delay} = \frac{\sum_{i=0}^{i=\text{sent}} t_{\text{received}[i]} - t_{\text{sent}[i]}}{\text{sent}}$$

Setelah dilakukan percobaan dengan skenario tersebut di atas, maka didapatkan hasil yang tersaji di tabel – tabel berikut ini. Hasil pengiriman data tanpa menggunakan Static Intersection Node pada peta 1 dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini. Sedangkan hasil pengiriman data dengan menggunakan Static Intersection Node pada peta 1 dapat dilihat pada tabel 3. Selanjutnya hasil pengiriman data tanpa menggunakan Static Intersection Node pada peta 2 dapat dilihat pada tabel 4. Dan hasil pengiriman data dengan menggunakan Static Intersection Node pada peta 2 dapat dilihat pada tabel 5.

TABEL 2  
HASIL PENGIRIMAN DATA PADA PETA 1 TANPA MENGGUNAKAN STATIC INTERSECTION NODE

	Packet Delivery Ratio	Packet Loss	End to End Delay
Skenario1	49,00%	60	4,074524059
Skenario2	36,00%	81	2,256981882
Skenario3	22,00%	64	10,241738841
Skenario4	46,00%	63	3,752736992
Skenario5	33,00%	74	3,794071339
Rata - Rata	37,20%	68	4,824010623

TABEL 3  
HASIL PENGIRIMAN DATA PADA PETA 1 DENGAN MENGGUNAKAN STATIC INTERSECTION NODE

	Packet Delivery Ratio	Packet Loss	End to End Delay
Skenario1	80,00%	48	0,950168485
Skenario2	82,00%	72	3,254671706
Skenario3	95,00%	17	0,688934382
Skenario4	81,00%	45	0,354175469
Skenario5	79,00%	57	2,121591620
Rata - Rata	83,40%	48	1,473908332

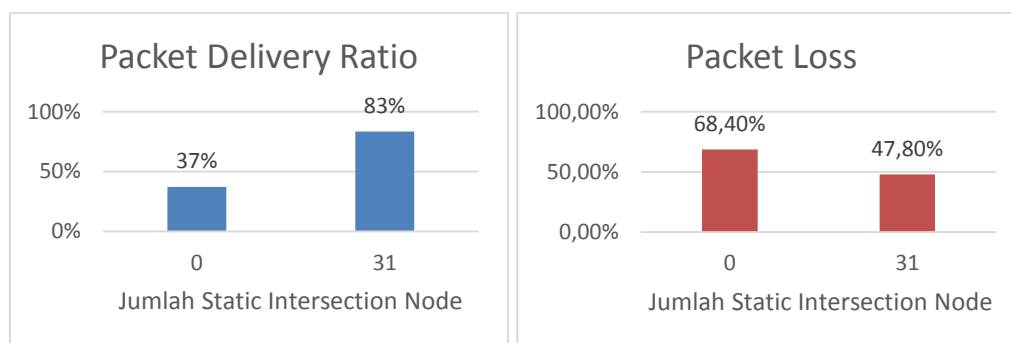
TABEL 4  
HASIL PENGIRIMAN DATA PADA PETA 2 TANPA MENGGUNAKAN STATIC INTERSECTION NODE

	Packet Delivery Ratio	Packet Loss	End to End Delay
Skenario1	57,00%	57	1,636719029
Skenario2	85,00%	35	0,283879862
Skenario3	54,00%	71	3,007751919
Skenario4	25,00%	76	1,836880016
Skenario5	38,00%	67	3,429967300
Rata - Rata	51,80%	61	2,039039625

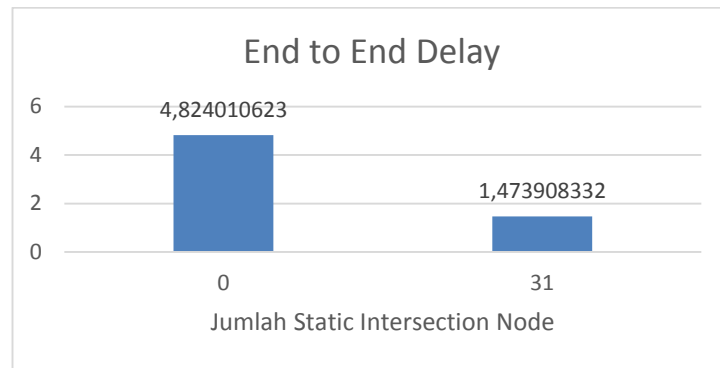
TABEL 5  
HASIL PENGIRIMAN DATA PADA PETA 2 DENGAN MENGGUNAKAN STATIC INTERSECTION NODE

	Packet Delivery Ratio	Packet Loss	End to End Delay
Skenario1	91,00%	39	0,313775526
Skenario2	81,00%	43	0,046659417
Skenario3	73,00%	39	0,765109388
Skenario4	79,00%	43	1,766117506
Skenario5	98,00%	4	0,073859875
Rata - Rata	84,40%	34	0,593104342

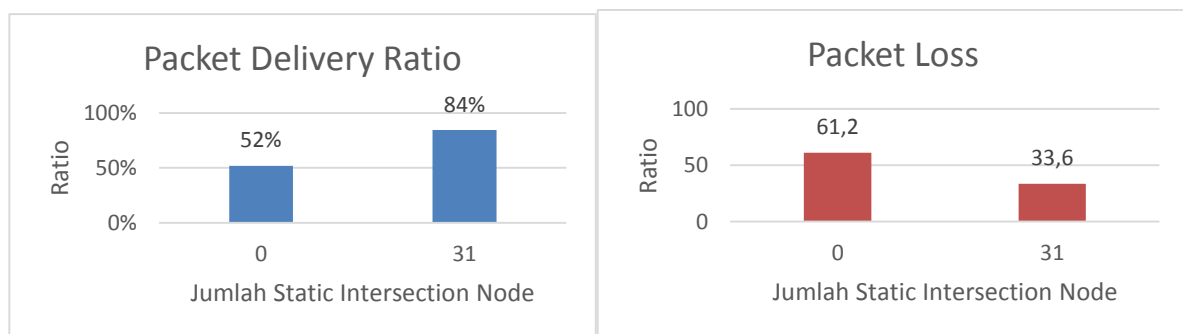
Hasil dari pengiriman data pada peta 1 di sajikan dalam grafik – grafik pada Gambar 8 dan 9. Sedangkan hasil dari penelitian pada peta 2 dapat dilihat pada Gambar 10 dan 11.



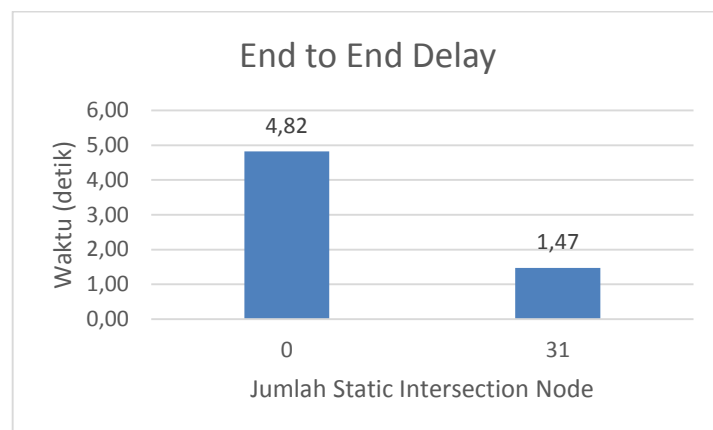
Gambar 8. Packet Delivery Ratio dan Packet Loss pada peta 1



Gambar 9. End to End delay pada peta 1



Gambar 10. Packet Delivery Ratio dan Packet Loss pada peta 2



Gambar 11. End to End Delay pada peta 2

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa keberadaan Static Intersection Node pada peta terbukti dapat meningkatkan performa protokol AODV dalam melakukan pengiriman data. Hal tersebut di buktikan dengan hasil penelitian yang menunjukkan adanya peningkatan Packet Delivery Ratio serta turunnya angka Packet Loss serta End To End Delay. Adapun posisi node pengirim dan penerima sengaja di buat statis untuk memastikan bahwa keberadaan Static Intersection Node pada peta benar – benar memiliki kontribusi terhadap peningkatan performa protokol AODV dan bukan karena pergerakan kendaraan.

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan protokol routing lain misal dari kelompok routing proaktif. Juga dapat dilakukan penelitian dengan jumlah kendaraan serta luasan peta yang lebih bervariasi untuk mendapatkan data yang valid.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nidhi (2012) 'Performance evaluation of realistic VANET using traffic light scenario', *International Journal of Wireless & Mobile Networks*, 4(1), pp. 237–249
- [2] Festag, A. Hessler, A. Baldessari, R., Le., L., Zhang, W., & Westhoff, D 2008 Vehicle-To-Vehicle And Road-Side Sensor Communication For Enhanced Road Safety, 9<sup>th</sup> International Conference On Intelligent Tutoring Systems (ITS 2008) IEEE Press
- [3] Yong Ding, Chen Wang, Li Xiao, 2007. A Static-Node Assisted Adaptive Routing Protocol in Vehicular Networks, VANET '07 Proceedings of the fourth ACM international workshop on Vehicular ad hoc networks Pages 59 – 68
- [4] Lakshmi Ramachandran, Sangheethaa Sukumaran, Surya Rani Sunny, 2013 An Intersection Based Traffic Aware Routing With Low Overhead in VANET, *International Journal of Digital Information and Wireless Communications (IJDWC)* 3(2): 190-196



- [5] Perkins, C.E.; Royer, E.M., "Ad-hoc on-demand distance vector routing," in *Mobile Computing Systems and Applications, 1999. Proceedings. WMCSA '99. Second IEEE Workshop on* , vol., no., pp.90-100, 25-26 Feb 1999
- [6] Khaleel Mershad, Hassan Artail, Mario Gerla, 2012 ROAMER: Roadside Units as message routers in VANETs, *Ad Hoc Networks* Vol. 10 (3) 2012 pp. 479 - 492
- [7] Sok-Ian Sou and Ozan K. Tonguz, 2011 Enhancing VANET Connectivity Through Roadside Units on Highways, *IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY*, VOL. 60, NO. 8, OCTOBER 2011